การศึกษาชีววิทยา
(Study Biology)
นำเสนอโดย
ผศ.ดร.สมาน แก้วไวยุทธ

องค์ประกอบของชีววิทยา

ชีววิทยา มี 2 ส่วน คือ กระบวนการ (Process) และ ความรู้ (Knowledge)

ชีววิทยา = กระบวนการ + ความรู้

ชีววิทยา

กระบวนการ

- การตั้งปัญหา
- การตั้งปัญหา
- การตั้งสมมติฐาน
- การตรวจสอบสมมติฐาน
- การวิเคราะห์ข้อมูลและการหาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลเพื่อการสรุปผล

ความรู้

- ข้อเท็จจริง
- ข้อสรุป
- ข้อมูล
- สมมติฐาน
- ทฤษฎี
- กฎ

1. กระบวนการ (Process) → เทคนิคกรรมวิธีในการสืบเสาะหาความรู้ ซึ่งประกอบด้วย 4 ขั้นตอนคือ

1.1 การตั้งปัญหา

- ตั้งยึดข้อเท็จจริงที่รวบรวมมาได้จากการสังเกตหรือจากแหล่งข้อมูล
- ให้ครอบคลุมข้อเท็จจริงทั้งหมด

1.2 การตั้งสมมติฐาน

- ต้องฝึกปัญหาเป็นหลักโดยตรง
- ต้องครอบคลุมและอยู่ในขอบเขตของข้อเท็จจริงที่รวบรวมมาได้
- ควรแนะลู่ทางการตรวจสอบไว้ด้วย
- ต้องสามารถตรวจสอบได้ด้วยการทดลอง ซึ่งเป็นคุณลักษณะสำคัญที่สุดในทางวิทยาศาสตร์
- ควรมีหลาย ๆ ข้อ เพื่อจะได้มองเห็นแนวทางคำตอบหลาย ๆ ด้าน

1.3 การตรวจสอบสมมติฐาน

- ต้องยึดสมมติฐานเป็นหลักโดยตรง เพราะสมมติฐานที่ดีต้องแนะลู่ทางการตรวจสอบไว้แล้ว
- วิธีใช้มากที่สุด ในทางวิทยาศาสตร์ คือการทดลอง (Experiment)
- ต้องตรวจสอบทีละ 1 ตัวแปร เท่านั้น
- โดยวิธีการทดลอง จะต้องแบ่งการทดลองออกเป็น 2 ชุด
  - ชุดควบคุม
  - ชุดทดลอง

1. ชุดควบคุม (Controlled group)

⇒ เป็นชุดที่ใช้เป็นหลักฐานอ้างอิงในการสรุปผลการทดลอง

⇒ แต่ชุดควบคุมไม่ได้เป็นชุดป้องกันการผิดพลาดในการทดลองแต่อย่างใด

2. ชุดควบคุม (Experimental หรือ Treated group)

⇒ เป็นชุดที่ให้ตัวแปรที่เราต้องศึกษาหรือต้องการดูผลของมัน นั่นคือ ชุดควบคุมกับชุดทดลองจะต่างกันที่ตัวแปร

โดย

- ชุดควบคุม ⇒ ไม่ได้รับตัวแปรอิสระ
- ชุดทดลอง ⇒ ได้รับตัวแปรอิสระ

ตัวแปร (Variable) คือ ปัจจัยใด ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการทดลอง

ประเภทของตัวแปร มี 3 ชนิด คือ

1. ตัวแปรอิสระ (Independent variable)

⇒ ตัวแปรที่เราต้องการศึกษา ต้องการดูผล โดยเราจะให้ตัวแปรนี้กับชุดทดลอง

2. ตัวแปรตาม (Dependent variable)

⇒ ตัวแปรที่เป็นผลของตัวแปรอิสระ

3. ตัวแปรที่ต้องควบคุมหรือตัวแปรที่ถูกบังคับให้คงที่ (Controlled variable)

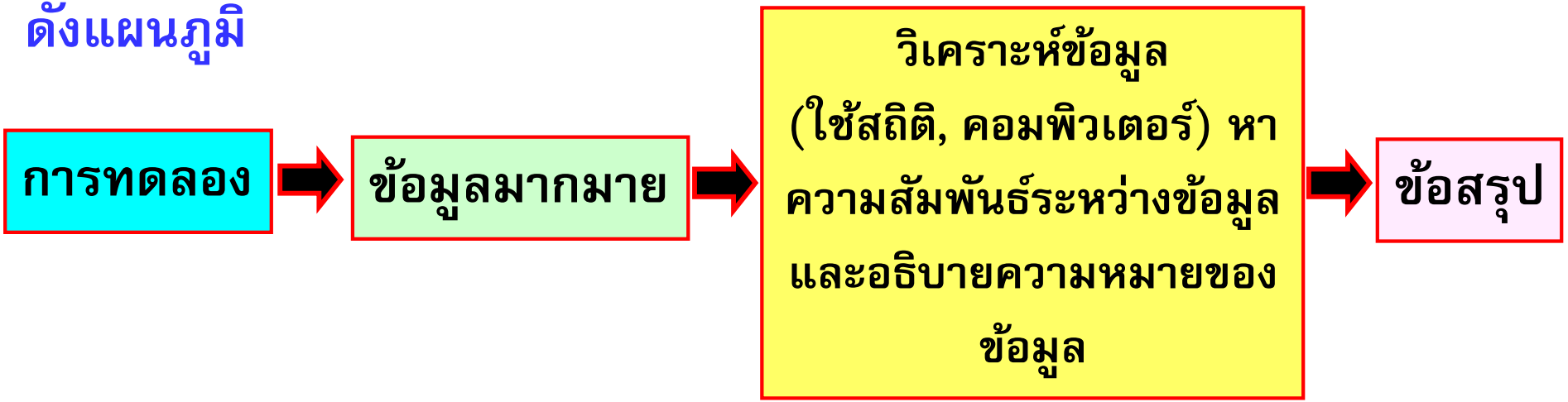
⇒ ตัวแปรที่มีผลและเกี่ยวข้องกับการทดลอง แต่เราไม่ต้องการศึกษาไม่ต้องการดูผล

⇒ ต้องควบคุมให้ทั้งชุดทดลอง และชุดควบคุม ได้รับเหมือน ๆ กันตลอดการทดลอง

1.4 การวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการทดลองเพื่อหาข้อสรุป (Data analysis and Conclusion)

⇒ เป็นขั้นตอนที่นำข้อมูลต่าง ๆ ที่ได้จากการทดลองมาทำการวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูล

⇒ รวมทั้งการอธิบายความหมายของข้อมูลเพื่อนำไปสู่การสรุปผลในที่สุด ดังแผนภูมิ



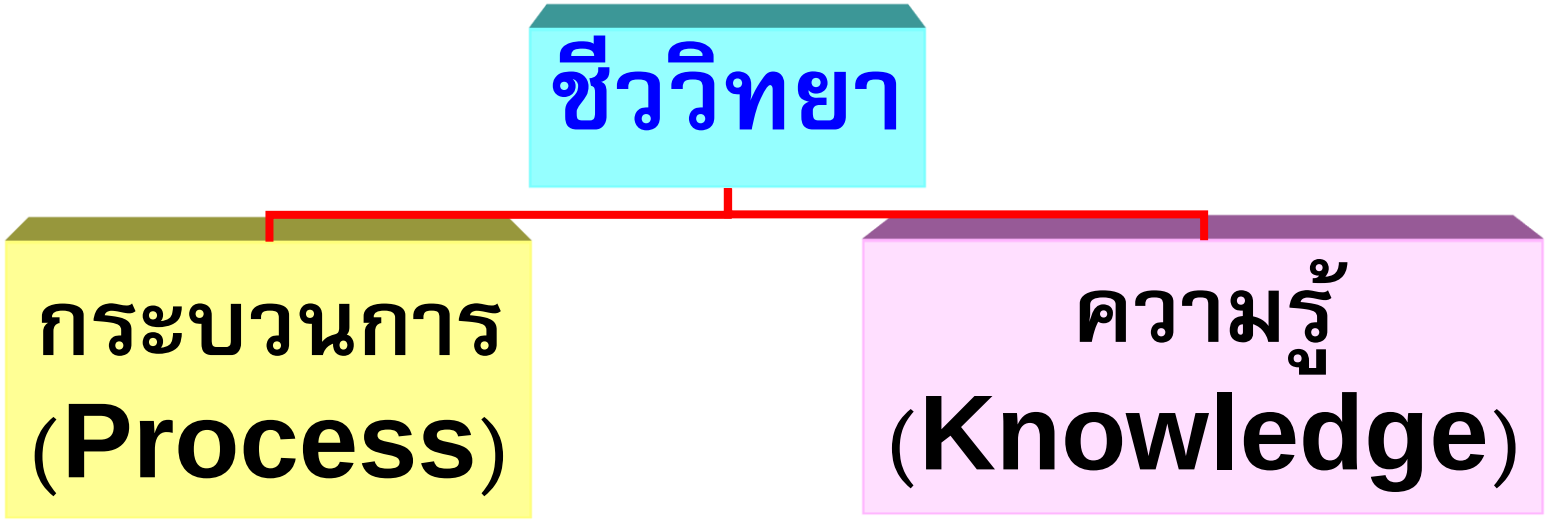
2.ความรู้

สิ่งที่ได้จากการกระทำในขั้นกระบวนการ

ปรากฏในรูปลักษณะต่าง ๆ เช่น

- ข้อเท็จจริง (fact)
- ข้อมูล (data)
- ข้อสรุป (conclusion)
- สมมติฐาน (hypothesis)
- ทฤษฎี (theory)
- กฎ (low)

สรุปองค์ประกอบของชีววิทยา



กระบวนการ

การตั้งปัญหา

ยึดข้อเท็จจริงเป็นหลัก

การตั้งสมมติฐาน

ยึดปัญหาเป็นหลัก

ให้อยู่ในขอบเขตของข้อเท็จจริงที่รวบรวมได้

ควรแนะลู่ทางการตรวจสอบโดยเฉพาะการตรวจสอบด้วยการทดลอง

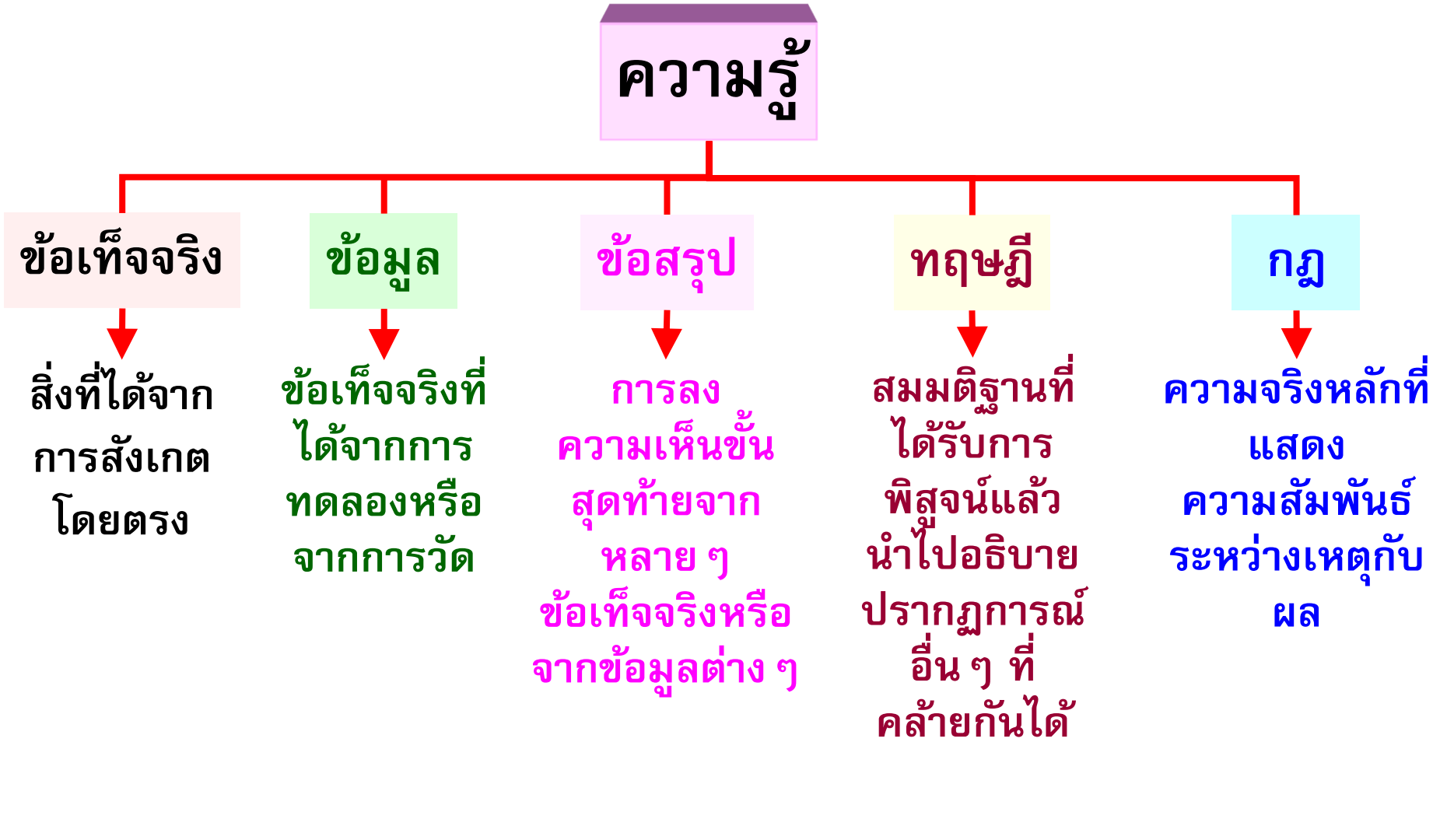
การตรวจสอบสมมติฐาน

ยึดข้อกำหนดของสมมติฐานเป็นหลักเพราะแนะลู่ทางการตรวจสอบไว้แล้ว

ต้องตรวจสอบที่ละ 1 ตัวแปรเท่านั้น

การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาข้อสรุป

หาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลและอธิบายความหมายของข้อมูลเพื่อสรุปผล


ความรู้
ข้อเท็จจริง
สิ่งที่ได้จากการสังเกตโดยตรง
ข้อมูล
ข้อเท็จจริงที่ได้จากการทดลองหรือจากการวัด
ข้อสรุป
การลงความเห็นขั้นสุดท้ายจากหลาย ๆ ข้อเท็จจริงหรือจากข้อมูลต่าง ๆ
ทฤษฎี
สมมติฐานที่ได้รับการพิสูจน์แล้วนำไปอธิบายปรากฏการณ์อื่น ๆ ที่คล้ายกันได้
กฎ
ความจริงหลักที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างเหตุกับผล

แบบทดสอบวัดทักษะวิชาการ :
องค์ประกอบของชีววิทยา

จงศึกษาการทดลองนี้แล้วคำถามข้อ 1 – 2

จากการศึกษาผลของอุณหภูมิที่มีผลต่อปฏิกิริยาของเอนไซด์ โดยใช้เอนไซด์ยูรีเอส (**Urease**) และสาร บรอมไทมอลบลูผสมกัน และควบคุมให้มีอุณหภูมิที่ 35°C เป็นเวลา 5 นาที หลังจากนั้นเติมยูเรีย (**Urea**) ลงไป ภายในไม่กี่วินาทีต่อมาพบว่าสารละลายเปลี่ยนเป็นสีฟ้าเข้มเมื่อเขาทำการทดลองเช่นนี้ซ้ำอีกในอุณหภูมิต่าง ๆ กัน แล้วบันทึกการทดลองไว้

1. จากการทดลองมีสมมติฐานในการทดลองอย่างไร

1. ขณะเกิดปฏิกิริยาการเปลี่ยนแปลงสารจากกรดเป็นด่าง
2. เอนไซม์ยูรีเอสทำปฏิกิริยากับบรอมไทมอลบลูได้ดีในอุณหภูมิต่างกัน
3. อุณหภูมิมีผลต่อปฏิกิริยาของเอนไซม์ยูรีเอสและยูเรีย
4. อินดิเคเตอร์บรอมไทมอลบลูมีสภาพเป็นกรด–เบสต่างกัน เมื่ออุณหภูมิต่างกัน

เฉลยคำถาม

1. เฉลยข้อ 3

เหตุผล พิจารณาจากการทดลองหลาย ๆ ชุด โดยมีการแปรอุณหภูมิ แสดงว่าอุณหภูมิเป็นตัวแปรอิสระ

2. ถ้าผลการทดลองเป็นดังตารางข้างล่างนี้

อุณหภูมิ (°C)	เวลาที่สารละลายเปลี่ยนเป็นสีฟ้า (วินาที)
0	93
15	23
35	6
45	18
55	35

ข้อใดไม่สอดคล้องกับข้อมูลในตารางนี้

1. อุณหภูมิที่เหมาะสมของปฏิกิริยานี้คือ 30 – 34 °C
2. สารที่ได้จากปฏิกิริยาคือ แอมโมเนียและคาร์บอนไดออกไซด์
3. ผลผลิตที่ได้จากปฏิกิริยาจะมีสภาพเป็นด่าง
4. ความร้อนที่สูงขึ้นจะทำให้เอนไซม์เสียสภาพ

เฉลยคำถาม

2. เฉลยข้อ 2

เหตุผล จากข้อมูลในตารางไม่ได้บ่งชี้ว่าเกิดแอมโนเนียและคาร์บอนไดออกไซด์

3. ในการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อโป๊ยเซียนโดยใช้อาหาร 3 สูตร โดยแบ่งการทดลองออกเป็น 3 ชุด

ชุดที่ 1 ใช้เนื้อเยื่อส่วนยอดเพาะเลี้ยง

ชุดที่ 2 ใช้เนื้อเยื่อส่วนดอกเพาะเลี้ยง

ชุดที่ 3 ใช้เนื้อเยื่อส่วนใบเพาะเลี้ยง

จากนั้นชุดการทดลองทั้ง 3 ชุด ไปวางในที่มีแสงสว่าง 1,500 ลักซ์ อุณหภูมิ 25 °C

การทดลองนี้ ผู้ทดลองมีสมมติฐานอย่างไร

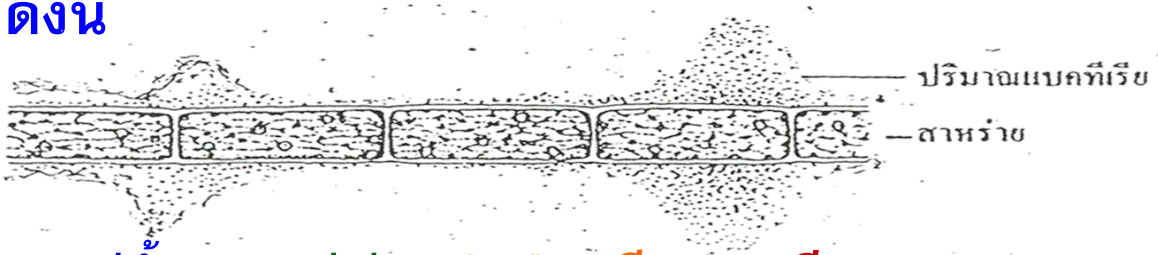
1. เนื้อเยื่อส่วนยอดเป็นส่วนที่เหมาะสมต่อการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ
2. อาหารสูตรใดสูตรหนึ่งเท่านั้นที่เหมาะสมต่อการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ
3. การเจริญของเนื้อเยื่อส่วนต่าง ๆ สัมพันธ์กับสูตรอาหารที่ใช้ เพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ
4. แสงสว่าง อุณหภูมิและสูตรอาหารมีผลต่อการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ

เฉลยคำถาม

3. เฉลยข้อ 3

เหตุผล มีการแบ่งทั้งสูตรอาหาร (3 สูตร) และเนื้อเยื่อที่ใช้เพาะเลี้ยง (ส่วนยอด ส่วนดอก และส่วนใบ

4. นักวิทยาศาสตร์ต้องการทดสอบว่า แสงสีใดมีประสิทธิภาพต่อการสังเคราะห์ด้วยแสง จึงทำการทดลองโดยให้แสงแต่ละสีแก่บริเวณต่าง ๆ ของสาหร่ายสีเขียวที่เป็นสายยาว แล้วเปรียบเทียบผลโดยการวัดปริมาณแบคทีเรียที่ใช้ก๊าซออกซิเจนในการเจริญ (aerobic bacteria) ปรากฏผลดังนี้



ตัวแปรอิสระของการทดลองนี้คือ

1. อัตราการสังเคราะห์แสง
2. ปริมาณของแบคทีเรีย
3. ชนิดของแสงสีที่ให้กับสาหร่าย
4. บริเวณต่าง ๆ ของสาหร่าย

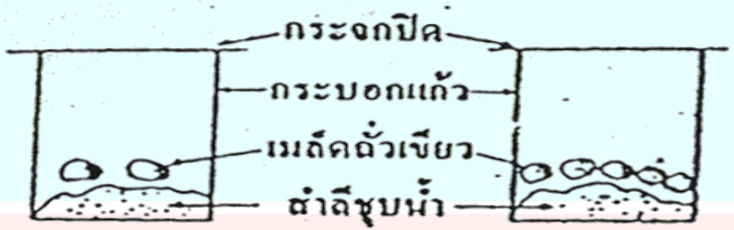
เฉลยคำถาม

4. เฉลยข้อ 3

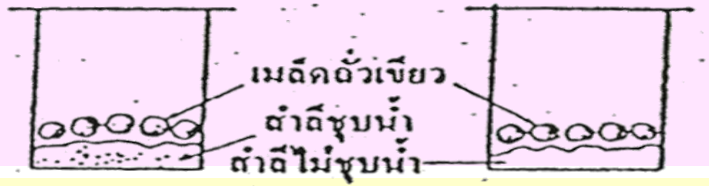
เหตุผล ตัวแปรอิสระคือ ชนิดของแสงสี (แสงสีน้ำเงิน สีเขียว สีเหลือง สีแสด และสีแดง)

5. ถ้าสมพลมีสมมติฐานในการทดลองว่า **ความชื้นน่าจะมีส่วนสัมพันธ์กับการงอกของเมล็ด** เขาควรเลือกการทดลองชุดใด เพื่อตรวจสอบสมมติฐานนี้

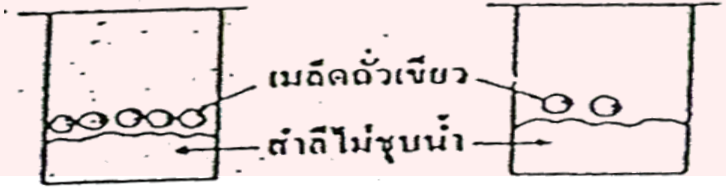
1.



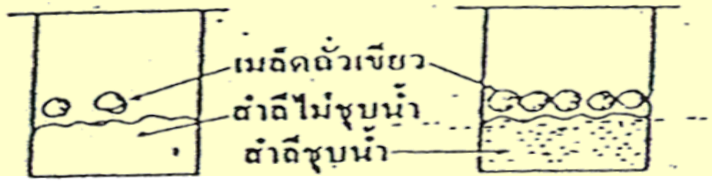
2.



3.



4.



เฉลยคำถาม

5. เฉลยข้อ 2

เหตุผล ตัวแปรอิสระคือ ความชื้น ดังนั้นต้องเลือกการทดลองเป็น 2 ชุด ชุดหนึ่งชุบน้ำ (ชุดทดลอง) อีกชุดหนึ่งไม่ชุบน้ำ (ชุดควบคุม) และต้องให้จำนวนเมล็ดทั้ง 2 ชุด เท่ากัน (ตัวแปรที่ต้องการควบคุม)

กล้องจุลทรรศน์ (Microscope)

กล้องจุลทรรศน์ (Microscope) เป็นเครื่องมือ ศึกษาวัตถุหรือสิ่งมีชีวิตขนาดเล็กเกินกว่าที่ตาเปล่าจะมองเห็นได้ (คนที่มีสายตาดีจะสามารถมองเห็นวัตถุที่เล็กที่สุดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 0.1mm.)

1. ประเภทของกล้องจุลทรรศน์

กล้องจุลทรรศน์จำแนกตามชนิดของแสงที่ใช้ออกเป็น 2 ประเภท คือ

1.1 กล้องจุลทรรศน์ใช้แสง (light microscope)

กล้องจุลทรรศน์ใช้แสง ที่ใช้กันในปฏิบัติการชีววิทยา ส่วนใหญ่เป็นกล้องจุลทรรศน์เลนส์ประกอบ (compound light microscope)

1.2 กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน (electron microscope)

ประเภทของกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนในปัจจุบันนี้มี 2 แบบ คือ

1. กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน แบบส่องผ่าน (transmission electron microscope เรียกย่อว่า TEM)

⇒ ใช้ศึกษาโครงสร้างภายในของเซลล์

⇒ โดยลำอิเล็กตรอนจะส่องผ่านโครงสร้างภายในของเซลล์ที่เตรียมไว้ให้บางเป็นพิเศษ

⇒ ภาพที่เห็นเป็นภาพ 2 มิติ

2. กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (scanning electron microscope เรียกย่อว่า SEM)

⇒ ใช้ศึกษาโครงสร้างของผิวเซลล์หรือผิววัตถุ

⇒ โดยลำแสงอิเล็กตรอนจะส่องกระทบผิวของวัตถุ

⇒ ภาพที่เห็นเป็นภาพ 3 มิติ

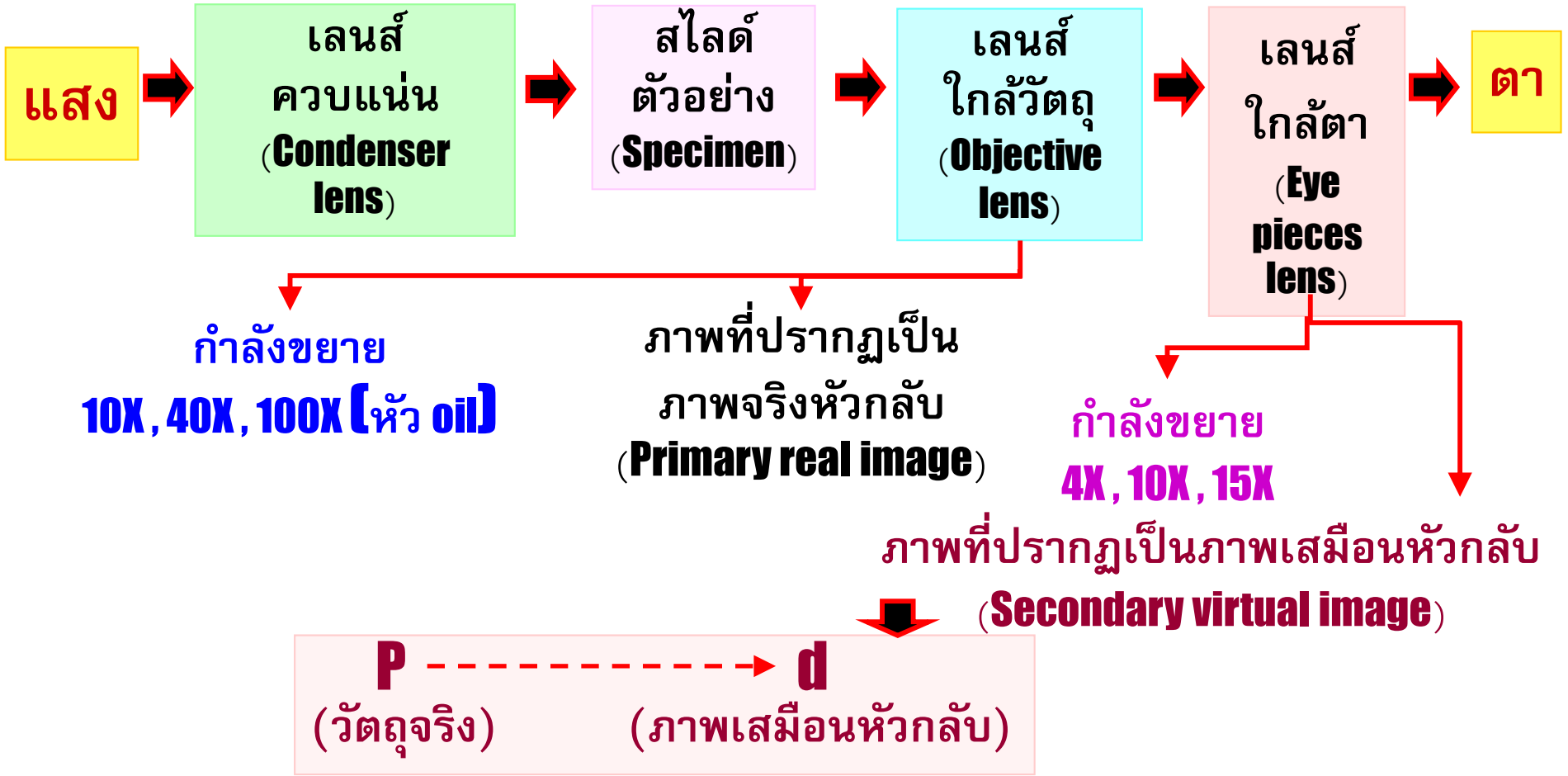
ข้อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่าง กล้องจุลทรรศน์ใช้แสงและกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน

สิ่งเปรียบเทียบ	กล้องจุลทรรศน์ใช้แสง	กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน
1. ชนิดของแสงที่ใช้	แสงธรรมดา (ความยาวคลื่นประมาณ 4,000 อังสตรอม)	ลำอิเล็กตรอน (ความยาวคลื่นประมาณ 0.05 – 10 อังสตรอม
2. ชนิดของเลนส์	เลนส์แก้ว	เลนส์แม่เหล็กไฟฟ้า (สนามแม่เหล็กไฟฟ้า)
3. กำลังขยาย	มากที่สุดประมาณ 1,500 เท่า	กำลังขยาย 500,000 เท่า หรือมากกว่า

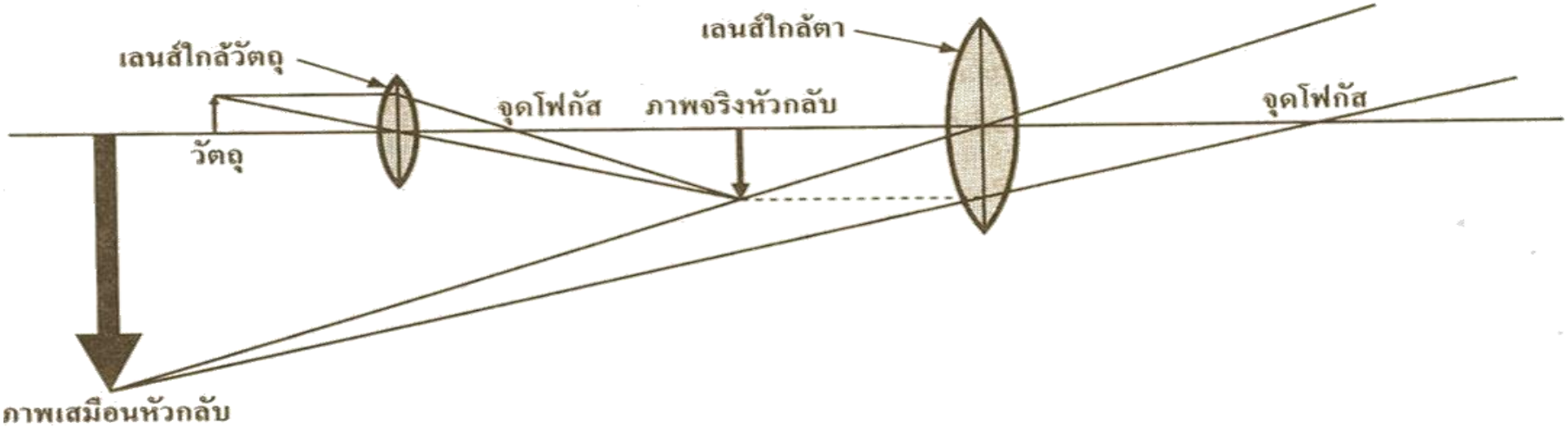
สิ่งเปรียบเทียบ	กล้องจุลทรรศน์ใช้แสง	กล้องจุลทรรศน์ อิเล็กตรอน
4. ขนาดวัตถุเล็กสุด	0.2 ไมครอน	0.0005 ไมครอน (ขนาดวัตถุเล็กกว่า 400 เท่าของวัตถุที่ใช้ดูด้วยกล้องจุลทรรศน์ธรรมดา
5. ภายในลำกล้อง	มีอากาศ	สุญญากาศเพื่อป้องกันไม่ให้ลำอิเล็กตรอนชนกับโมเลกุลของอากาศ ซึ่งจะทำให้ลำอิเล็กตรอนหักเหได้

สิ่งเปรียบเทียบ	กล้องจุลทรรศน์ใช้แสง	กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน
6. ภาพสุดท้ายที่เกิดขึ้น	ภาพเสมือนหัวกลับ รับด้วยนัยน์ตาโดยตรงได้	ภาพปรากฏบนจอรับภาพ
7. ระบบคูลลิ่ง (cooling system)	ไม่มี	มี
8. สภาพของวัตถุที่ใช้ดู	มีหรือไม่มีชีวิต	ไม่มีชีวิต

ทางเดินของแสงผ่านวัตถุและภาพที่ปรากฏ



ภาพแสดงการเกิดภาพจากกล้องจุลทรรศน์เลนส์ประกอบ



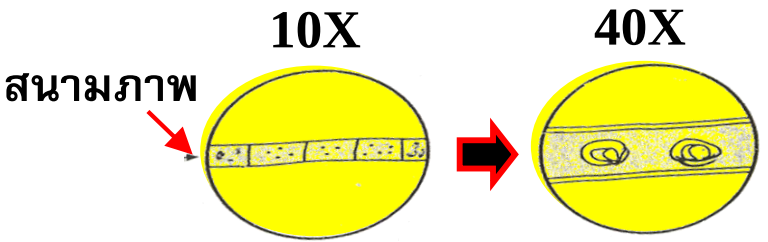
ข้อที่ต้องทราบเพิ่มเติม

1. ถ้าใช้เลนส์ใกล้วัตถุกำลังขยายต่ำ

⇒ พื้นที่ภาพที่เห็นจะมากแต่เห็นรายละเอียดของภาพน้อยและจะสว่างมาก

⇒ถ้าใช้กำลังขยายสูง พื้นที่ภาพที่เห็นจะน้อยแต่เป็นรายละเอียดมากและภาพจะสว่างน้อยลง

2. ถ้าเลื่อนสไลด์วัตถุไปทางทิศใด ภาพที่เห็นในกล้องจะเลื่อนไปในทิศตรงข้าม



3. ถ้าใช้เลนส์ใกล้วัตถุกำลังขยายมากขึ้นเพียงใด จะต้องเปิดให้ช่องไดอะแฟรม (Iris diaphram) ให้กว้างมากขึ้นตามไปด้วย และระยะห่างระหว่างปลายหัวเลนส์ใกล้วัตถุกับแทนวางสไลด์วัตถุ (stage) ยิ่งใกล้ชิดกันมากขึ้น

การหาขนาดวัตถุจริงของวัตถุจากกล้องจุลทรรศน์

$$\text{ขนาดวัตถุจริง} = \frac{\text{ขนาดของภาพ}}{\text{กำลังขยายทั้งหมดของกล้อง}}$$

(ผลคูณของกำลังขยายของเลนส์ใกล้วัตถุกับเลนส์ใกล้ตา)

ขนาดวัตถุจริง มักจัดในหน่วย ไมครอน (μm) หรือ นาโนเมตร (nm) หรือ อังสตรอง (A°)

$1\ \text{mm} = 10^3\ (\mu\text{m})$

$1\ \mu\text{m} = 10^3\ (\text{nm})$

$1\ \text{A}° = 10\ \text{nm}$

ตัวอย่างที่ 1 ถ้าขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของแบคทีเรียคอคคัส ซึ่งมีรูปทรงกลมที่เห็นจากกล้องจุลทรรศน์โดยใช้เลนส์ใกล้ตา และเลนส์ไกลตา 10X และ 100X ตามลำดับมีความยาว 4 mm จงหาว่าปริมาตรจริงของวัตถุเท่ากับกี่ลูกบาศก์ไมครอน (μm^3)

วิธีคิด 1. หาขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางจริงและหารัศมี

2. หาปริมาตรจริงโดยใช้สูตร $\frac{4}{3}\pi r^3$

วิธีทำ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางจากภาพ 4 mm

ดังนั้นวัดภาพเท่ากับ 4 mm

$$\text{รัศมีจริงของเซลล์} = \frac{\text{ขนาดรัศมีของภาพ}}{\text{กำลังขยายของกล้อง}}$$

$$= \frac{2\,\text{mm}}{10 \times 100} = 0.002\ \text{mm}$$

$$1\ \text{mm} = 10^3\ \mu\text{m}$$

$$\text{รัศมีจริง} = 0.002 \times 10^3\ \mu\text{m} = 2\ \mu\text{m}$$

$$\text{ปริมาตรจริง} = \frac{4}{3}\pi r^3$$

$$= \frac{4}{3} \times \frac{22}{7} \times 2^3 = 33.52\ \mu\text{m}^3$$

ตัวอย่างที่ 2 ถ้าใช้กล้องจุลทรรศน์กำลังขยาย 10×5 และ $10X$ ดูเซลล์แบคทีเรียคอคคัสจะเห็นภาพเรียงตามแนวเส้นผ่านศูนย์กลาง 20 เซลล์ ถ้าเปลี่ยนเป็นกำลังขยาย $10X$ และ $100X$ จะเห็นเซลล์กี่เซลล์

วิธีคิด ถ้าใช้กำลังขยายมากขึ้นจะเห็นพื้นที่ภาพน้อยลง จึงเทียบบัญญัติไตรยางค์ส่วนกลับ

วิธีทำ กำลังขยาย 10×10 เท่า เห็นเซลล์ทั้งหมด 20 เซลล์

กำลังขยาย 10×100 เท่า เห็นเซลล์ทั้งหมด

$$= \frac{20 \times 10 \times 10}{10 \times 100}$$

$= 2$ เซลล์